УДК 579.6

К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ И ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ НАСЕКОМЫХ, ЛЕТЯЩИХ НА УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

В. П. Приставко

(Украинский институт защиты растений)

В последние годы наблюдается бурное развитие исследований по использованию биологических, биофизических, генетических и других новых методов в борьбе с насекомыми — вредителями сельскохозяйственных культур. Успех этих исследований тесно связан с изучением динамики численности популяций вредителей. Во многих случаях только лишь знание закономерностей воздействия на популяцию способно дать конкретные отправные сведения для построения правильной системы мероприятий по подавлению численности определенного вида.

В этой связи встает весьма важная и трудная задача получения достаточно объективной и обширной информации о состоянии популяций. Классические методы учета численности насекомых здесь не всегда применимы, т. к. зачастую несут значительный элемент субъективизма и нередко весьма трудоемки. Кроме того, часто приходится иметь дело с видами, ведущими на отдельных фазах развития скрытный образ жизни. Наибольшую перспективу здесь имеет, по-видимому, отлов насекомых с помощью различного рода механических ловушек, в которых в качестве привлекающего агента использованы половые и пищевые аттрактанты, ультрафиолетовое излучение и др. Наиболее апробированными в настоящее время являются светоловушки с ультрафиолетовым излучением, на свет которых летят насекомые многих видов.

В отечественной литературе описаны приемы использования светоловушек главным образом в фенологических и фаунистических целях. Многое в этой области сделано лабораторией биофизики Всесоюзного института защиты растений, ведущей большую работу по созданию различных типов светоловушек и пропаганде их использования (Андреев и др., 1962). Интенсивные исследования проводились в Сибири (Терсков, Коломиец, 1966) и Молдавии (Жигальцева, Чернобровина, Гнилюк, 1964; Жигальцева, Чернобровина, 1966). Отечественных работ о применении светоловушек в популяционно-экологических исследованиях почти не имеется. Между тем изучение с помощью этих устройств динамики численности и плотности популяций, миграций и активности насекомых является весьма важным аспектом применения светоловушек (Jong, 1967; Henneberry и др., 1967; Baggiolini и др., 1967). При этом могут быть уловлены весьма тонкие закономерности, т. к. для светоловушек характерен высокий уровень стандартности действия.

Исследования подобного рода были начаты в Украинском научно-исследовательском институте защиты растений (г. Киев) в 1965 г. Проводились они главным образом на яблонной плодожорке (*Carpocapsa pomonella* L.) и ивовой паутинной моли (*Yponomeuta rorellus* Hb.), но разработанная методика в основном может быть использована по отношению и к другим, летящим на ультрафиолетовое излучение, насекомым.

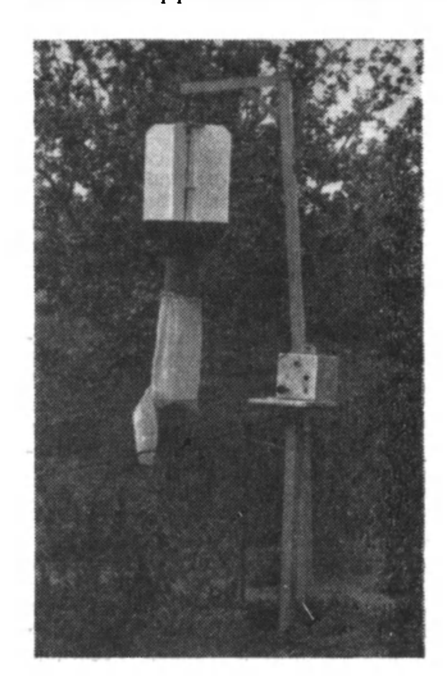
Большинство светоловушек известных конструкций можно разделить на две основные группы: ловушки-экстерминаторы (истребительные) и накапливающие ловушки. Для популяционно-экологических исследований приемлемы последние, т. к. они позволяют после проведения учетов выпускать насекомых и таким образом сводить к нулю воздействие ловушки на их численность в биотопе. Кроме того, этот тип ловушек дает возможность маркировать пойманных насекомых и методом повторного вылавливания изучать миграционные способности исследуемого вида, а также определять плотность популяции.

В проводимых исследованиях мы применяли светоловушки ЭСЛУ-3 конструкции С. В. Андреева, относящиеся к так называемому «пенсильванскому» типу ловушек (Jong, 1967). Внешний вид светоловушки показан на рисунке. Принцип работы ловушки заключается в том, что насекомые, летящие к источнику света, непосредственно возле него совершают турбулентные движения, сталкиваясь с лопастями ловушки, иммобилизуются, падают в воронку и попадают в контейнер.

В качестве источника света мы использовали лампы ПРК-2, ПРК-4, ЭУВ-15, БУВ-15. Известно, что насекомые наиболее активно реагируют на определенные участки спектра ультрафиолетового излучения (Мазохин-Поршняков, 1955, 1956; Жоголев, 1959), а т. к. указанные лампы имеют неодинаковые спектры излучения, то возможно определить

эффективность привлечения насекомых различными участками спектра. Комбинация из этих ламп плавно перекрывает весь спектр ультрафиолетового излучения. Кроме того, две лампы с одинаковым спектром (ПРК-2, ПРК-4) различаются по мощности, что дает возможность исследовать влияние и этого фактора.

Результаты опыта по оценке эффективности привлечения бабочек яблонной плодожорки различными типами ламп приведены в табл. 1. Анализ полученных результатов показывает, что мощность лампы не оказывает большого влияния на активность лёта яблонной плодожорки. Большее значение имеет тип лампы, т. е. спектр ее излучения. Наиболее эффективной из использовавшихся ламп была лампа ЭУВ-15 (максимум излучения 313 *ммк*). Применение ее удобно еще и тем, что она более надежна в работе, не требует громоздкого пускового устройства и питается током напряжением 127 *в*, которое более безопасно в полевых условиях. Как показал наш опыт, этот источник ультрафиолетового излучения приемлем для большинства популяционно-экологических исследований с насекомыми — вредителями сада и леса.



Общий вид стветоловушки ЭСЛУ-3 с лампой ПРК-2.

Плотность популяций и миграции насекомых в принципе можно определять с помощью одной светоловушки. Однако гораздо большее количество информации можно получить, используя несколько светоловушек, расставленных по участку. В связи с этим возникает проблема выбора схемы расстановки ловушек, чтобы исключить или свести к минимуму возможность влияния самих ловушек на распределение и миграции насекомых. Необходимо знать «светозону» ловушки, т. е. расстояние, на котором насекомые начинают реагировать на ее излучение.

С этой целью мы провели специальные эксперименты, детальное описание которых не входит в задачу данной публикации, показавшие, что светозона ловушки для яблонной плодожорки относительно мала и диаметр ее практически не превышает 30—40 *м*. Это происходит вследствие того, что ультрафиолетовое излучение интенсивно поглощается воздухом, а на видимую часть спектра бабочки яблонной плодожорки реагируют весьма слабо.

Было испытано несколько схем расстановки ловушек, из которых хорошо зарекомендовала себя схема расстановки по спирали. При таком расположении можно одновременно оценивать плотность популяции определенного вида, т. к. ловушки рассредоточены по участку, и определять дальность миграций, учитывая количество маркированных насекомых, выпущенных в центре спирали и пойманных в ловушки, находящиеся на различном расстоянии от места выпуска. Вся схема должна быть ориентирована так, чтобы направление от точки выпуска маркированных насекомых на наиболее удаленную ловушку совпадало с направлением господствующих в данной местности ветров.

Питание светоловушек осуществлялось от сети переменного тока. Напряжение подводилось от стационарной линии при помощи кабеля к распределительному щиту, на котором монтировались электросчетчик, система выключателей и предохранителей, несколько электророзеток для питания различной аппаратуры, лампа накаливания для освещения рабочего места. Наличие распределительного щита позволяло включать светоловушки дифференцировано.

Напряжение от распределительного щита подводилось к светоловушкам кабелем типа ШРПС-2×0,75, который натягивался на деревянных столбиках на высоте 1 *м* от поверхности земли. Расстояние между столбиками не превышало 7 *м*.

Каждая светоловушка крепилась на деревянной Г-образной стойке, источник света помещался на высоте 2,0—2,5 *м* от поверхности земли (рисунок). Возле стойки находился столик с пусковым устройством к лампам типа ПРК. Рядом на глубину 1,0—1,5 *м* вбивался в землю металлический штырь заземления, к которому присоединяли корпус ловушки, корпус пускового устройства и заземляющийся электрод ламп типа ПРК.

В наших опытах все светоловушки включались одновременно во время захода солнца. Выключались они в 1 час (в ряде случаев в 5 час.), когда активность лёта была незначительной. Учет попавших в светоловушки насекомых производили каждые 30 мин. с момента включения ловушек. На учет тратилось 3—5 мин.

Таблица 1

Сравнительная эффективность различных источников ультрафиолетового излучения в привлечении бабочек яблонной плодожорки
(июль-август 1967 г., Одесса)

Тип лампы	Мощность (в *вт*)	Преобладающая область спектра (в *ммк*)	Время работы (в часах)	Количество пойманных бабочек (в шт.)	Активность лёта (в экз./час.)
БУВ-15	15	240—280	57,5	25	0,4
ЭУВ-16	15	280—400	274,0	1065	3,9
ПРК-4	220	400—700	109,0	386	3,5
ПРК-2	375	400—700	391,5	1351	3,4

Степень травмирования насекомых и точность учетов во многом зависят от конструкции контейнера. Наиболее удобный контейнер изготавливается из капроновой сетки № 14 и имеет вид цилиндра. На дно цилиндра по окружности помещается металлическое кольцо, натягивающее его стенки. Насекомые, попав в контейнер, располагаются на его внутренней поверхности. Они легко идентифицируются через прозрачные стенки контейнера, особи нужного вида отлавливаются с помощью энтомологического эксгаустера через рукав, находящийся в боковой стенке контейнера на расстоянии 5—7 *см* от его дна. Такой контейнер долговечен, при его использовании значительно облегчается выборка, снижаются травматизм и потери насекомых, и, что особенно важно, из такого контейнера насекомых можно выбирать, не отсоединяя его от включенной светоловушки.

При изучении динамики численности насекомых с помощью одной ловушки искомые данные получают путем сравнения результатов ежедневного улова за несколько дней. Учитывая относительно небольшой радиус действия светоловушки, следует предъявлять строгие требования к выбору места для ее установки. Стация должна быть характерной для биотопа. В случае использования нескольких светоловушек берется средняя величина (количество насекомых данного вида, попавших в среднем в одну ловушку).

Приводим для примера данные по динамике численности бабочек яблонной плодожорки в саду Украинского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия им. Таирова (УНИИВВ) в г. Одессе в период с 31 июля по 20 августа 1967 г. (табл. 2).

Для определения плотности популяций с помощью повторного отлавливания меченых особей нужно отловить насекомых и маркировать их, после чего выпустить на исследуемом участке, снова отловить светоловушками, равномерно распределенными по участку, и определить количество маркированных и немаркированных особей в отловленных пробах.

Численность особей данного вида на исследуемом участке определяется по формуле:

$$x = \frac{A \cdot N}{a},$$

где x — искомое количество особей данного вида на данном участке (в биотопе), A — количество выпущенных маркированных особей, N — общее количество насекомых данного вида, пойманных светоловушками, a — количество пойманных маркированных особей.

Точность определения зависит от количества выпущенных маркированных особей и количества светоловушек на участке. Так, например, за два дня работы на участке сада УНИИВВ площадью в 3 *га* был выпущен 401 экз. маркированных изотопом фосфора P^{32} бабочек яблонной плодожорки. За это же время в светоловушки было поймано 352 экз., из которых 35 оказались маркированными. Другими словами: $A=401$, $N=352$, $a=35$. Подставив эти данные в формулу, получаем:

$$x = \frac{401 \cdot 352}{35} = 4033 \text{ экз.}$$

Наш опыт по использованию этого метода учета применительно к бабочкам яблонной плодожорки показал, что их численность может быть определена с точностью до ±10%, что позволяет считать указанный метод заслуживающим внимания в практике исследований по биологической борьбе с вредными насекомыми. Надежность резуль-

Таблица 2

Динамика лета бабочек II поколения яблонной плодожорки
(июль-август, 1967 г., Одесса)

Дата	Количество бабочек (в экз.), пойманных за период активного лёта*				
	в светоловушки				в среднем на одну ловушку**
	I	II	III	IV	
31. VII	10	2	0	14	6
1. VIII	20	5	15	8	12
3. VIII	21	4	41	6	18
4. VIII	25	5	22	11	16
5. VIII	29	16	56	29	32
7. VIII	41	21	56	47	41
10. VIII	34	20	73	52	45
11. VIII	59	34	31	22	37
12. VIII	38	47	53	35	43
14. VIII	21	10	32	31	24
15. VIII	14	10	12	17	13
17. VIII	10	11	20	5	12
18. VIII	13	2	4	22	10
20. VIII	2	3	6	0	3

* Округлено до целых.
** Период активного лёта — с 21 до 1 час.

татов и размеры погрешности в данном случае не зависят от субъективной оценки исследователя и, таким образом, данные, полученные в разное время или для географически разобщенных популяций, могут сопоставляться.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев С. В., Бубнов Г. М., Мартенс Б. К., Молчанова В. А. 1962. Автоматические светоловушки. Защита растений от вредителей и болезней, № 1.
Жигальцева М. И., Чернобровина С. М., Гнилюк С. И. 1964. Исследование эффективности установок с разными излучателями для привлечения и уничтожения яблонной плодожорки. Изв. АН Молд. ССР, № 5.
Жигальцева М. И., Чернобровина С. М. 1966. О применении ультрафиолетового источника излучения в борьбе с вредными насекомыми. Зоол. журн., т. XIV, в. 3.
Жоголев Д. Т. 1959. Световые ловушки как метод собирания и изучения насекомых—переносчиков возбудителей болезней. Энтомол. обозр., т. 38, в. 4.
Мазохин-Поршняков Г. А. 1955. Массовое привлечение насекомых на ультрафиолетовое излучение. ДАН СССР, т. 102, № 4.
Его же. 1956. Ночной лёт насекомых на свет ртутной лампы и перспективы использования его в прикладной энтомологии. Зоол. журн., т. 35, в. 2.
Терсков И. А., Коломиец Н. Г. 1966. Светоловушки и их использование в защите растений. М.
Baggiolini M., Mathys G., Stahl J., Neury G. 1967. Etude comparative de quatre metodes d'estimation des populations d'arthropodes ravageurs vivant sur le pommier, et suggestions pour leur itilisation pratique. Entomophaga, Mem. hors ser., № 3.
Henneberry T., Howland A., Wolf W. W. 1967. Combinations of black light and virgin females as attractants to cabbage looper moths J. Econom. Entomol., v. 60, № 1.
Jong D. J. 1967. Some problems connected with the use of light traps. Entomophaga, Mem. hors ser., № 3.

Поступила 10.IX 1968 г.

ON THE METHODS FOR STUDYING THE DYNAMICS OF POPULATION QUANTITY AND DENSITY OF INSECTS FLYING TO ULTRA-VIOLET RADIATION

V. P. Pristavko

(The Ukrainian Institute of Plant Protection)

Summary

The main methods and rules are described for expedition of black light traps when studying the dynamics of population quantity and density and migrations of insects flying to ultra-violet radiation.